JIRAトピックス

診察X線管理区域漏洩線量測定マニュアル－その１－

（社）日本画像医療システム工業会　標準化部会
加藤創吾

はじめに

1．測定器の選択

2．測定器の管理
2-1測定前の準備
2-2測定器の管理

3．トレーサビリティ

4．線量率測定と積算線量測定の選択

以上　その１

5．実際の測定
5-1　連続放射線
5-2　間歇放射線
5-3　間接用防護ボックス（胸部集検用間接撮影）
5-4　集団検診用エックス線自動車
5-5　骨塩定量分析装置
5-6　輸血用血液照射エックス線装置
5-7　移動型・携帯型エックス線撮影装置

6．測定結果の記録・保存

7．測定者について

以上　その２

付録１　サーベイメータのエネルギー特性
付録２　漏洩線量測定記録書作成例
付録３　漏洩線量測定結果書作成例
付録４　エックス線室測定図面

以上　その３

はじめに

X線診断は放射線医学の発展とともに，その利用範囲は著しく拡大している．しかし，X線診察室の管理区域漏洩線量測定については，標準的な測定方法が確立されておらず，測定者がそれぞれの方法によっているのが現状である．そこで，サーベイメータなど測定器の適正な選択，X線の発生を含む測定の諸条件，測定方法などX線の漏洩線量測定技術を確立し，その標準化を図る事を目的に，日本自転車振興会から機械工業振興資金の補助を受けて，放射線科医師，放射線科技師，計量技術者などからなる委員会（委員長　古賀佑彦　藤田保健衛生大学教授）と分科会（主査　加藤創吾　医建エンジニアリング株式会社）を組織して，エックス線室の管理区域漏洩線量測定マニュアルを作成した．放射線被曝が限度を超えないように管理するためには，正しい測定技術の確立が必須である．診断用X線装置および医用X線CT装置などを対象に，設置されている診察X線室を現場にして，測定機器の正しい選択と管理，被測定装置の照射各件の設定，管理区域境界の画壁位置での測定などを含めてマニュアルを作成し，管理者の漏洩線量測定に対する理解を深め，被ばく管理に遺漏なきよう，マニュアルを作成した．

１．測定器の選択

測定器（サーベイメータ）は，測定の目的，性能（Table 1），線量率の範囲，および信頼性などを考慮して，適正な校正がされているものを選択する必要がある．測定器は，持ち歩いても安定な動作特性と十分な検出感度を有するものを選択する．また，購入しやすい価格も重要な選択肢となる．

測定器は，使用方法などが異なれば，同一の線量の放射線に対して必ずしも同じ指示値を示すとは限らない．したがって測定器の使用にあたっては，あらかじめ測定器の特性を熟知しておく必要がある．

医療法施行規則第30条の22に示す管理区域漏洩線量測定のための放射線測定器としては，電離箱式サーベイメータが最も適している．

Table 1　サーベイメータの種類と特徴

サーベイメータの種類	電離箱式サーベイメータ	GM管式サーベイメータ	シンチレーション式サーベイメータ	半導体式サーベイメータ
測定範囲(注 1)	0.1μSv～数十μSv 1μSv/h～数百mSv/h 0.1mSv/h～数千mSv/h	0.1μSv/h～数百μSv/h	0.05μSv/h～数十μSv/h	3μSv/h～百mSv/h
エネルギー範囲(注 2)	30keV～2MeV	30keV～3MeV	50keV～3MeV	20keV～2MeV
方向依存性(注 3)	○	×	△	△
散乱線の測定(注 4)	◎	△	△	○
低線量の測定(注 5)	×	△	○ 低エネルギーのX線には不向	×
高線量の測定(注 6)	○	△	×	△
時定数(注 7)	約10秒	約30秒	約30秒	約120秒
測定原理	空気中の電離電荷量を測定．(測定値が線量の定義そのもののため，エネルギー特性が良好．信号が微弱である．)	入射放射線による計数ガス中の放電パルスを計数．(放電パルスのため信号が多く，応答は遅い．)	固体シンチレータ中での発行パルスを計数．(固体の検出器のため高感度．発光量がエネルギーに依存し，エネルギー特定の補正ができる．)	固体電離箱(シリコン結晶)中の電離電流パルスを計数．(固体電離箱のためエネルギー特性良好．エネルギーカットレベルでノイズと弁別，デジタル計測のため再現性がよい．)
特　　徴	・X,γ線の測定には最も有効な特性． ・エネルギー特性が良好．	・β線の測定に適している． ・電離箱式より感度が高い．	・環境レベルのバックグラウンドまで測定できる．	・小型でエネルギー特性良好．
注意事項	・微弱電流を扱っているため，デシケータなどに保管が必要． ・機械的衝撃に弱い．	・高線量率では数え落とし，窒息現象がある． ・50keV以下の低エネルギーX・γ線に対して感度が低下する．	・低エネルギーのX，γ線は測定できないものがある．	・高線量率では数え落とし，窒息現象がある．

(注 1) エックス線室からの漏洩線量測定に関しては電離箱式，またはGM管式が適している．ただし，GM管式は，0.1～0.2μSv/h程度の線量率から測定できるため，低い漏洩線量率の測定に適しているが，高線量率になると数え落としがあり，数mSv/h以上では指示値が不安定になって動作しなくなる．シンチレーション式サーベイメータは，環境レベルの低線量率の測定に適している．
測定器は，Sv単位直読できるものを使用する．それ以外のものはSv単位に換算して使用する．また使用する測定器は，線量率計と積算線量計の両方を備えているものが望ましい．
線量(率)計とは本来，照射線量に対して校正されたものである．しかし，本マニュアルでは 1 センチメートル線量当量の測定法のみを述べる事とする．
(注 2) エネルギー範囲を確認し，低エネルギーのカットオフレベルに注意する．
(注 3) ほとんどの測定器は方向依存性を有しており，放射線の入射方向により感度が変化する．同一の線量を検出しても，測定器の向きの違いにより感度が低下する場合がある．通常は，検出数値が最大を示す方向に測定器を向けて使用する．
(注 4) エックス線室での被ばくは直接線よりも散乱線による場合が多い．散乱線は直接線よりも広い範囲のエネルギースペクトルを持つので，エネルギー特性の良好な電離箱式が適している．
(注 5) 施設周辺の環境モニタリング(バックグラウンドレベル)の低線量の測定は，シンチレーション式が適している．
(注 6) GM管式サーベイメータを高線量率の場所に持ち込んでからスイッチを入れると，動作しなくなるおそれがある(窒息現象[※1])．また，シンチレーション式もGM管式と同様に高線量率下では数え落としがあるので，注意する必要がある．
(注 7) 測定器の回路の応答時間．測定値は，放射線が検出器に入射してから時定数の 2 倍以上の時間が経過してから読み取る．

2．測定器の管理

2-1　測定前の準備

①測定器の取扱説明書をよく読む.
②測定器の電源を入れてから指示値が安定するまでしばらく待つ.
③測定器に強い振動や衝撃を与えない.

2-2　測定器の管理

①使用測定器の製造番号，校正年月日を記録する.
②測定器の精度を維持するため，１年に１回整備点検・校正※2をメーカなどに依頼する.
③チェッキングソースなどを有する事業所では１週間に1回，少なくとも１月に１回は感度の変動を確認する事が望ましい.
④測定器を使用しない時は，振動のある場所，高温多湿な場所を避けて保管する．特に電離箱式サーベイメータは，デシケータなどに入れて保管するのが望ましい.
⑤定期的に測定器の経年劣化，ケーブルコードの断線，破損，電池などの消耗品を確認し，必要に応じて交換をする.

3．トレーサビリティ

新計量法(1993年11月施行)におけるトレーサビリティ制度は，Fig. 1に示すように指定校正機関－認定事業者－ユーザーからなる．指定校正機関は特定標準器をもつ．特定標準器は，トレーサビリティ制度における国家標準で，経済産業大臣が指定する．指定校正機関は，特定標準器により認定事業者の特定二次標準器を校正し，認定業者は特定二次標準器により，ユーザーの測定器を校正する.

このように，ユーザーが使用するすべての測定器が何階層かの校正を経て，国家標準につながっているという縦方向の校正システムを，トレーサビリティという．これに対して，同じ階層での各測定器を，横方向に相互比較していく事をコンパティビリティという.

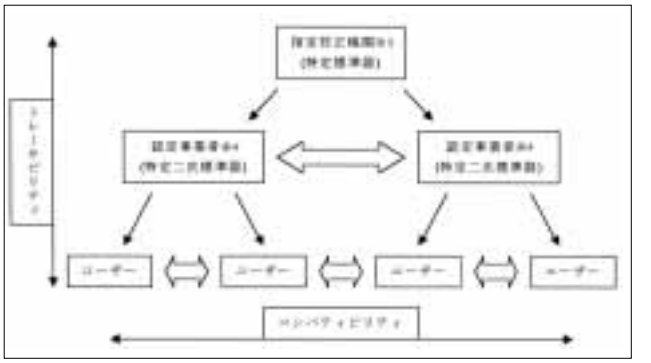

Fig.1　トレーサビリティ

4．線量率測定と積算線量測定

放射線の漏洩線量測定法には，線量率測定と積算線量測定の２種類がある.

・線量率測定

エックス線室からの漏洩エックス線の強度を１時間当たりの線量(μSv/h・mSv/h)として測定する.

・積算線量測定

エックス線室からの漏洩エックス線を一定時間間隔積算した線量(μSv)を測定する.

空間線量(率)の測定においては，まず線量率と積算線量のいずれを測定すべきかを判断する必要がある．その際，考慮する要因は，測定の対象である放射線場の強度と時間変化および使用可能な測定器の最小検出感度※5・応答時間※6・積算可能期間などである.

エックス線に関する空間線量の測定方法は，放射線発生源の性質により，①連続的に放射線を発生する場合と，②間歇的(短時間・瞬間的)に放射線を発生する場合とでは測定方法が異なったものになる.

①連続的に放射線を発生する場合
線量率計を用いて測定をする
⇒エックス線透視撮影装置，循環器用エックス線診断装置など

②間歇的に放射線を発生する場合
積算線量計を用いて測定をする
⇒撮影用エックス線装置(口内法撮影用エックス線装置・歯科用パノラマ断層撮影装置を含む)，医用エックス線CT装置など

どのような線量率計測定器(サーベイメータ)にも，線量率の指示値には応答時間(指示値の応答時間は測定器に時定数として表示されている)というものがあり，エックス線が電離箱に入射しても，時定数の２倍以上の時間(約20～30秒)を待たなければ，指示値の読み取りはできない.

この事から，撮影用エックス線装置，口内法撮影用エックス線装置，歯科用パノラマ断層撮影装置など短時間，または瞬間的に放射線を発生する場合の空間線量の測定は，測定器の応答時間がエックス線の照射時間に比べてかなり長いので，直接線量率計での測定を行うことができない.

※1窒息現象
GM計数管は，線量率が高い場合には，放電が管全体に広がって消滅しなくなり，パルスを発生しなくなる現象．

※2校正
測定器の基準量に対する応答を知ることにより，個々の測定器の指示値と基準量との関係を求めることを測定器の校正という．校正により得られた指示値と基準量との比(校正定数)を測定時の指示値に乗じることにより，正しい測定値を得ることができる．
　個々の測定器が国家計量標準との繋がりをもち，国内の同種の測定器の指示値が互いに一致するための体系をトレーサビリティという．

※3指定校正機関
現在は独立行政法人産業技術総合研究所に設置

※4認定事業者(平成13年 4 月現在)
財団法人日本品質保証機構／計量計測センター
財団法人放射線計測協会
社団法人日本アイソトープ協会
株式会社千代田テクノル／大洗研究所

※5最小検出感度
測定値からバックグラウンドを差し引いた値が，意味を持つ数値であるとみなされる最も小さな測定値．測定器の種類，性能によって最小検出感度は異なるが，多くの電離箱式サーベイメータは0.3 μ Sv程度である．

※6応答時間
測定器の指示値は，放射線の瞬間的な変化に即座に対応しない．指示値の応答速度は測定器の仕様表または設定値に時定数として表示される．

KEIRIN
この事業は日本自転車振興会から競輪収益の一部である機械工業振興資金の補助を受けて実施したものである。